

Meerjarig graan

Mogelijkheden van meerjarige graanachtigen voor erosiebestrijding

DLV Plant

De Drieslag 25
8251 JZ Dronten

T 0321 38 88 41

F 0321 33 83 44

E info@dlvplant.nl

www.dlvplant.nl

In opdracht van en gefinancierd door
Productschap Akkerbouw
Louis Braillelaan 80
Postbus 908
2700 AX Zoetermeer

Uitgevoerd door
DLV Plant
Johan Wander, Sjef Crijns, Frank Duijzer, Erik Emmens, Harm Jan Russchen
PPO AGV – Vredepeel, Gerard Meuffels

Projectnummer
PA 12011 en 13011, S4U 450837 en 459017

Versie

Datum
28 oktober 2014

Dit document is auteursrechtelijk beschermd. Niets uit deze uitgave mag derhalve worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLV Plant. De merkrechten op de benaming DLV komen toe aan DLV Plant B.V.. Alle rechten dienaangaande worden voorbehouden. DLV Plant B.V. is niet aansprakelijk voor schade bij toepassing of gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Inhoudsopgave

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Samenvatting | 3 |
| 2 | Algemene inleiding | 4 |
| 3 | Deskstudie meerjarig graan | 5 |
| 3.1 | Inleiding | 5 |
| 3.2 | Meerjarig graan | 6 |
| 3.3 | Conclusies en aanbevelingen | 11 |
| 3.4 | Bronnenlijst | 13 |
| 4 | Veldproeven | 14 |
| 4.1 | Inleiding | 14 |
| 4.2 | Materiaal en methoden | 14 |
| 4.3 | Resultaten | 15 |
| 4.4 | Beide locaties | 22 |
| | Bijlage 1. Overzicht perceels-, teelt- en proefgegevens | 23 |
| | Bijlage 2. Proefveldschema Op de Es | 24 |
| | Bijlage 3. Proefveldschema Wijnandsrade | 25 |
| | Bijlage 4. Foto per object dd 14 juni 2013; locatie Op de Es | 26 |
| | Bijlage 5. Foto per object van de aarvorm; locatie Op de Es | 28 |
| | Bijlage 6. Foto per object van de geoogste zaden; locatie Wijnandsrade | 31 |
| | Bijlage 7. Foto per object dd 27-12-13; locatie Wijnandsrade | 34 |
| | Bijlage 8. Foto per object dd 20-08-14; locatie Wijnandsrade | 36 |

1 Samenvatting

Meerjarige granen, waaronder *Thinopyrum intermedium*, wortelen dieper en intensiever en houden daardoor bodem, voedingsstoffen en water goed vast. Voor Nederlandse omstandigheden zou de teelt van dergelijke gewassen dan ook kunnen zorgen voor minder water en/of winderosie, minder milieubelasting (minder uitspoeling) en zuiniger gebruik van inputs. In 2012 is daarom een door het Productschap Akkerbouw gefinancierd onderzoek gestart om na te gaan wat in Nederland bereikt kan worden met meerjarig graan. Zaaizaad van het gewas was nog niet vrij verkrijgbaar maar er kon aangesloten worden bij een internationaal project (G x E) waarvan we voor Nederland zaaizaad konden verkrijgen. Daarmee werden twee proefvelden aangelegd, een locatie op een stuifgevoelige grond in Drenthe en een locatie op Lössgrond.

Ook werd een deskstudie uitgevoerd om na te gaan wat de waarde is van meerjarige graanachtigen voor de water- en winderosiebestrijding in Nederland.

Uit de deskstudie is gebleken dat meerjarig graan de potentie heeft om hoge zaadopbrengsten te leveren. Uit de twee proeven met een slechts eenjarige teelt van het gewas bleek het opbrengstniveau veel lager te zijn dan van gangbare tarwe. Uit de deskstudie is gebleken dat tweede en derdejaars gewassen een hogere opbrengst leveren dan het eerste jaar, maar ook daarmee is het gewas nog niet concurrerend met gewone tarwe. Omdat veredelingsonderzoek nog loopt, kan het gewas in de nabije toekomst interessant worden.

2 Algemene inleiding

Meerjarige granen, waaronder *Thinopyrum intermedium*, wortelen dieper en intensiever en houden daardoor bodem, voedingsstoffen en water goed vast. Dat zijn ervaringen in het buitenland. Voor Nederlandse omstandigheden zou de teelt van dergelijke gewassen dan ook kunnen zorgen voor minder water en/of winderosie, minder milieubelasting (minder uitspoeling) en zuiniger gebruik van inputs.

In o.a. Amerika en Australië is er het nodige werk aan verricht en zijn ook selecties op de landbouwkundige waarde uitgevoerd.

In het kader van dit project is in een korte deskstudie nagegaan wat de waarde is van meerjarige graanachtigen voor de water- en winderosiebestrijding in Nederland. Dat wil zeggen wat zou de bijdrage van deze gewassen kunnen zijn aan erosiebestrijding via water in Zuid Limburg en wat zou de waarde kunnen zijn voor de stuifbestrijding in de Veenkoloniën. Ten aanzien van de erosiebestrijding in Zuid Limburg opent een meerjarig graan mogelijk perspectief bij inzaai op plaatsen die erg erosie gevoelig zijn. Gedacht kan worden aan inzaai van een meerjarig graan als groenstrook aan de rand van een perceel of strook in een droogdal in combinatie met ploegen van de rest van het perceel. Dit zou een oplossing kunnen zijn voor erosiebestrijding in combinatie met ploegen. In dit geval moet er ook aandacht zijn voor de noodzakelijke breedte van de strook in verband met de gewenste buffercapaciteit. Een zelfde overweging is te maken voor de echt stuifgevoelige plekken in bijvoorbeeld de Veenkoloniën.

Anderzijds is in het kader van dit project op twee locaties een veldproef aangelegd waarin een screening is uitgevoerd met een aantal selecties/rassen op de landbouwkundige eigenschappen onder Nederlandse omstandigheden. Daarbij kon aangesloten worden bij het internationale G x E project.

3 Deskstudie meerjarig graan

3.1 Inleiding

Meerjarig graan groeit in eerste instantie hetzelfde als enkeljarige graan. Meerjarig graan onderscheidt zich van enkeljarig graan omdat het ongeveer drie weken na de oogst van het zaad opnieuw uit begint te lopen en vervolgens weer overwintert (Figuur 1) (Snapp S. en Morrone, V., 2014).

Meerjarig graan kan worden gebruikt voor verschillende doeleinden. Zo kan het worden geteeld voor ruwvoer, maar ook voor het zaad. Meerjarig graan is een kruising tussen een enkeljarige graansoort, bijvoorbeeld *Triticum aestivum* en een meerjarige variant, vaak *Thinopyrum intermedium* (tarwegras). Meerjarig graan is dus geen genetisch gemodificeerd gewas (GMO), maar is ontwikkeld door middel van traditionele veredelings technieken (Snapp S. en Morrone, V., 2014). De levensduur van meerjarige granen zou twee tot vijf jaar zijn, waarin het graan elke zomer zaden kan produceren, zonder dat het elk jaar opnieuw gezaaid hoeft te worden. (Michigan State University, 2008) Nieuwere inzichten claimen echter dat huidige lijnen van meerjarige granen slechts twee keer goed kunnen hergroeien en daarna lastiger (Snapp S. en Morrone, V., 2014).

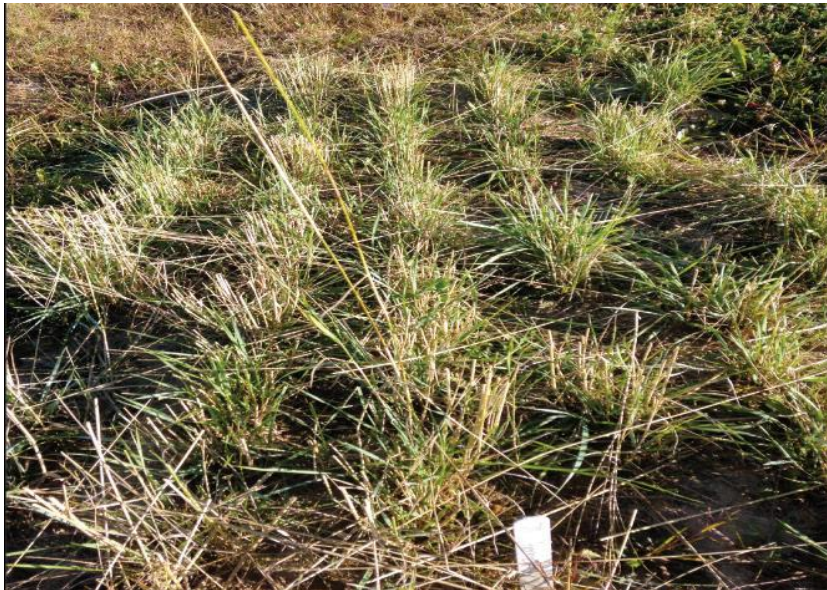
De voordelen van meerjarig graan opgesomd (Michigan State University, 2008):

- Erosiepreventie vanwege het achterwege blijven van braakliggend land en het uitgebreide wortelstelsel.
- Het vastleggen van meer koolstof ten opzichte van enkeljarige graansoorten.
- Efficiënt gebruik van nutriënten en uitspoeling van nutriënten wordt tegengegaan.
- Meerjarig graan is relatief weerbaar tegen ziekten en plagen.
- Lagere investeringen in de teelt (bijvoorbeeld brandstof, arbeid en meststoffen).
- Minder problemen met natheid, koude en/of een slechte structuur gedurende de inzaai van het graan. Er wordt maar één keer voor meerdere jaren gezaaid.
- Buiten het daadwerkelijke groeiseizoen van het graan om kan nog ruwvoer van het gewas gewonnen worden.

In deze korte bureaustudie zal de volgende onderzoeksvraag worden beantwoord:

Wat zou de bijdrage van meerjarig graan kunnen zijn aan erosiebestrijding via water in Zuid Limburg en de stuifbestrijding in de Veenkoloniën?

In hoofdstuk 2.2 zal worden ingegaan op de huidige inzichten welke er zijn met betrekking tot meerjarige granen. Zo wordt aandacht besteed aan de groeikracht, de productie, de verdelingskansen en de benodigde inputs voor meerjarig graan. Ook zal een alinea worden gewijd aan de erosiebeperkende werking van meerjarig graan. Tot slot zal nog worden bekeken hoe meerjarig graan in een Nederlands bouwplan zou kunnen passen. Hierna wordt in de conclusie een antwoord op de onderzoeksvraag gegeven.



Figuur 1: Hergroei meerjarig graan (bron: Snapp S. en Morrone, V., 2014).

3.2 Meerjarig graan

3.2.1 Algemeen

De wereldbevolking groeit. De vraag naar voedsel, vlees en dergelijke groeit mee (Glover, J. D. et al, 2010 en Ayub, M. et al, 2013). Land wat geschikt is voor enkeljarige gewassen is voor een groot deel in gebruik; 12,6% van de totale oppervlakte van de wereld. Echter wordt 50% van de wereldbevolking gevoed van gronden welke minder geschikt zijn voor enkeljarige granen; 33,5% van de totale oppervlakte van de wereld. Deze 33,5% loopt een hoog risico om de productiecapaciteit van enkeljarige gewassen te verliezen. Op 70% van het totale landbouwareaal worden enkeljarige granen, enkeljarige oliezaden en peulvruchten geteeld (Glover, J. D. et al, 2010). Er wordt dan ook gezegd dat de landbouw de grootste bedreiging is voor biodiversiteit en ecosystemen vanuit menselijke activiteit (Cox, T.S. et al, 2006). Om zeker te zijn van de voedselvoorziening in de toekomst, hebben agrariërs meer opties, zoals bijvoorbeeld nieuwe gewassen, nodig om ook op deze minder geschikte gronden de productie van deze gewassen in stand te houden. Meerjarige granen zouden hierbij een optie kunnen zijn (Glover, J. D. et al, 2010).

3.2.2 Groeikracht

De hoeveelheid licht die wordt onderschept door een plant is een belangrijke factor voor de plantproductiviteit. Het groeiseizoen van meerjarige granen duurt langer dan dat van enkeljarige granen, waardoor deze meer licht kunnen onderscheppen en over een geheel jaar gezien efficiënter kunnen groeien. Daarnaast kunnen meerjarige granen in droge regio's en droge periodes door het omvangrijkere wortelstelsel meer vocht vasthouden en het vocht en de nutriënten dieper opzoeken. Dit komt de opbrengst ten goede. Hergroei van meerjarig graan na de zaadoogst kan worden gebruikt voor biomassa of ruwvoer (Glover, J. D. et al, 2010; Cox, T.S. et al, 2006).

Recent Amerikaans onderzoek, beschreven in 2013, met meerjarige granen (meerjarige tarwe, meerjarige rogge en tarwegras) ten opzichte van enkeljarige granen (enkeljarige tarwe en enkeljarige rogge), geeft aan dat meerjarige tarwe en meerjarige rogge 18 - 50% meer fotosynthetische activiteit bezitten dan de enkeljarige varianten. Dit onderzoek is uitgevoerd op meerjarige granen in het eerste- en in het tweede jaar van de levenscyclus. In deze beide jaren toonden meerjarige granen significant hogere waarden (Jaikumar, N.S. et al, 2013).

In ditzelfde onderzoek is ook onderzocht hoe de fotosynthese zich voortzet bij een hoge concentratie CO₂ in de plant, wat een gevolg kan zijn van een lage temperatuur, droogte en/of een hoge instraling van de zon (Bernacchi, C.J. et al, 2009). Wanneer de TPU- (Triose Phosphate Utilization) capaciteit is gelimiteerd, ondervindt de plant hiervan stress, wat negatieve gevolgen heeft in de productie. Het bleek dat de TPU-capaciteit van meerjarige granen groter is dan die van enkeljarige granen, wat betekent dat meerjarige granen beter bestand zijn tegen verschillende stressfactoren (Jaikumar, N.S. et al, 2013).

Tevens is in dit onderzoek de hoeveelheid voedingsstoffen en chlorofyl gemeten per eenheid bladoppervlakte. Het blijkt dat in het blad van meerjarige granen meer voedingsstoffen en meer chlorofyl zit dan in het blad van enkeljarige granen; ongeveer 30% extra. Wanneer wordt gekeken naar de hoeveelheid voedingsstoffen en chlorofyl op basis van het volume aan blad, zijn de verschillen kleiner. Een groot deel van de extra voedingsstoffen en chlorofyl is dus terug te herleiden aan dikkere bladeren van de meerjarige gewassen. Meerjarig tarwegras doet het over de gehele linie in het onderzoek relatief goed ten opzichte van andere meerjarige graansoorten (tarwe en rogge), welke het weer beter doen dan enkeljarige graansoorten (Jaikumar, N.S. et al, 2013).

Onderzoek uit Engeland (uitgevoerd in 2005 en beschreven in 2013) van Ayub et al (2013) spreekt over een goede vegetatieve productie van meerjarige granen ten opzichte van enkeljarige granen bovengronds. Ondergronds is de ontwikkeling van meerjarig graan in het eerste jaar gelijk aan dat van enkeljarig graan. Dit zou echter niet betekenen dat meerjarige granen ook meer zaden produceren, daar er een sterke concurrentie is tussen de organen welke zorgen voor nieuwe groei van de plant en de graanproductie. Het onderzoek uit Engeland is echter maar één jaar uitgevoerd, wat voor een onderzoek naar meerjarig graan vrij kort is. In het Engels onderzoek wordt geconcludeerd dat de graanproductie goed moet worden onderzocht om tot een economische aanbeveling te komen met betrekking tot meerjarige granen. Ayub et al (2013) raadden nog niet aan om enkeljarige granen te vervangen door meerjarige granen. Deze onderzoekers zagen meer in meerjarig graan als een ruwvoergewas en als een gewas met een ecologisch voordeel zoals erosiebeperking en een lagere milieubelasting (Ayub, M. et al, 2013).

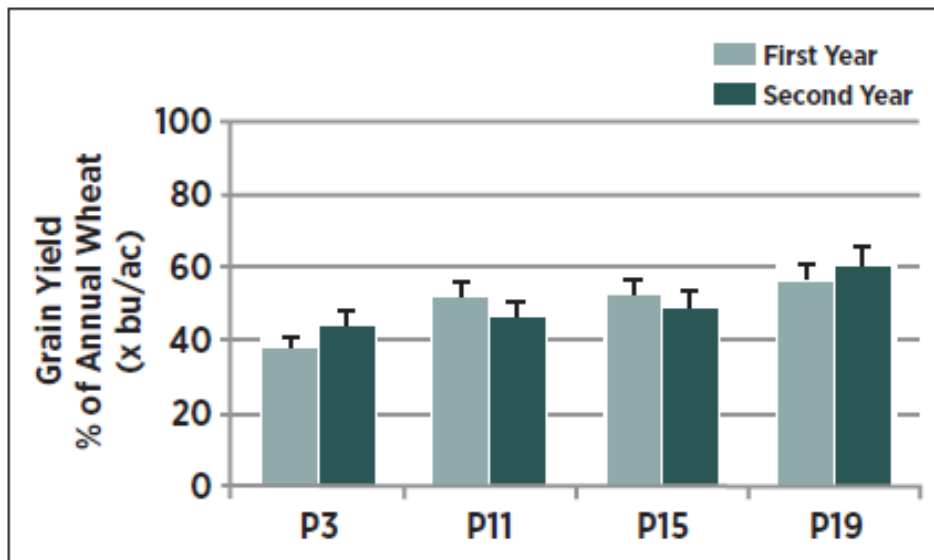
3.2.3 Graanproductie

3.2.3.1 Opbrengst

Amerikaans onderzoek, uitgevoerd door onder andere 'The University of California' en 'The Rodale Institute', vermeldt de zaadproductie van meerjarig graan en claimt in 2008 dat meerjarig graan in het eerste jaar 70 - 80% van de productie van

enkeljarig graan voortbrengt. Ook zegt dit onderzoek dat de productie in de daaropvolgende jaren sterk afneemt (Michigan State University, 2008). Kunzig (2011) vermeldt dat de opbrengsten van meerjarige granen te laag zijn om (economisch) te kunnen concurreren met die van enkeljarige granen in de staat Kansas (VS). Dat onderkent ook de 'Michigan State University' (Michigan State University, 2008).

Later onderzoek in het zuidwesten van Michigan (Verenigde Staten) door de Michigan State University zelf, toont aan dat de opbrengst van meerjarig graan half zo groot is als die van enkeljarige graansoorten daar ter plaatse (Figuur 2). Dezelfde graangewassen zijn ook getest in het Australische Wagga Wagga, waaruit bleek dat de opbrengst van het meerjarig graan ongeveer gelijkwaardig was aan de opbrengst in Michigan. In Wagga Wagga waren echter de opbrengsten van enkeljarige granen hoger dan in Michigan, waardoor relatief gezien de opbrengst van meerjarig graan in Wagga Wagga toch slechter was (Snapp S. en Morrone, V., 2014).



Figuur 2: Relatieve opbrengst meerjarig graan ten opzichte van enkeljarig graan in Michigan (bron: Snapp S. en Morrone, V., 2014).

Het zaad wat wordt geproduceerd door meerjarige granen is vaak wel kleiner dan dat van enkeljarige soortgenoten. Dit kan een probleem geven bij de verwerking van het zaad (Cox, T.S. et al, 2006). Het succes van meerjarig graan staat of valt bij een voldoende hoge zaadopbrengst, zoals eigenlijk iedereen onderkent (Glover, J.D., 2004).

3.2.3.2 Selectie/Veredeling

De relatief lage zaadproductie van meerjarige granen en daarmee de huidige voorkeur voor enkeljarige granen, is in de hand gewerkt doordat altijd is gefocust op de enkeljarige graanteelt. Zo zijn goede enkeljarige graansoorten elk jaar opnieuw uitgezaaid, hoewel dat voor meerjarige graansoorten niet van belang was. Deze hoefden namelijk niet telkens opnieuw uitgezaaid te worden (Glover, J.D., 2004 en Cox, T.S. et al, 2006). Kunzig (2011) onderkent dit probleem. Kunzig meldt dat nieuwe kruisingen worden gemaakt tussen meerjarige granen en hun enkeljarige soortgenoten. Dit om de voordelen van meerjarig

graan te behouden, zonder te veel productieverlies te moeten incasseren. DNA selectie kan onderzoekers helpen om sneller een nieuw, goed producerend gewas te veredelen (Kunzig, R., 2011). De verwachting ligt dat in 2030 commercieel interessante meerjarige graansoorten beschikbaar zijn voor de landbouw (Glover, J.D. et al, 2010).

In 2008 hebben The Land Institute en de Washington State University in de Verenigde Staten veredelingsonderzoeken lopen naar meerjarige granen (Michigan State University, 2008). In 2011 is door de New South Wales (NSW) department of Primary Industries te Australië melding gedaan dat hybriden zijn ontwikkeld, welke in drie opeenvolgende jaren een succesvolle graanopbrengst hadden. Hoe hoog deze opbrengst (relatief) was, is er niet bij gezegd. De NSW department of Primary Industries werkt samen met Amerikaanse universiteiten (York, B., 2011). Een recent nieuwsbericht van The Michigan State University meldt dat de opbrengst van meerjarig graan in Australië ten opzichte van enkeljarige granen niet kan concurreren (Snapp S. en Morrone, V., 2014).

3.2.4 Meststoffen

Meerjarige granen wortelen dieper dan enkeljarige granen. Dieper wortelen zorgt voor een efficiënter gebruik van water en nutriënten. Ongeveer 18% tot 49% van de toegevoegde stikstof als meststof gaat tijdens de groei van een enkeljarig gewas verloren. Enkeljarige granen verliezen vijf keer zoveel water en 35 keer zoveel stikstof als meerjarige varianten (Glover, J.D. et al, 2010; Cox, T.S. et al, 2006).

Ook zouden meerjarige granen de mogelijkheid hebben om een nutriëntencyclus op te zetten en zo minder afhankelijk zijn van verschillende meststoffen (Glover, J.D., 2004). Cox et al (2006) onderstrepen dit in een onderzoek waarin vergeleken wordt wat de verschillen zijn in gebonden stikstof en gebonden koolstof tussen enkeljarig graan en een meerjarige hooiweide. Beide gewassen zijn in het onderzoek op dezelfde plaats geteeld voor ongeveer 75 jaar lang. De hooiweide had in dit geval significant meer stikstof en koolstof in de bodem aanwezig dan de enkeljarige tarwe. Dit terwijl de afvoer aan stikstof per jaar in het geoogste product ongeveer gelijk was en de tarwe de laatste tien jaar van de oogst een stikstofgift van 70 kg/ha heeft gehad (Cox, T.S. et al, 2006).

3.2.5 Gewasbescherming

Wanneer landoppervlaktes gedurende het gehele jaar zijn bedekt met een vegetatie van meerjarige gewassen, is er in theorie minder behoefte aan onkruidbestrijding. Zo hoeft bijvoorbeeld het land voor het zaaien van het gewas niet meer afgebrand te worden met een herbicide en ook tijdens de teelt valt te verwachten dat bij een dichter wordend gewas, minder onkruidbestrijding nodig zal zijn (Glover, J.D., 2004). Aan de andere kant geldt wel dat het gewas vlak voor, tijdens en na de graanoogst een korte tijd afsterft. Voordat het gewas een maand later weer opnieuw gaat groeien is er een risico dat onkruid de overhand krijgt (Snapp S. en Morrone, V., 2014).

In Nederland is in sommige gebieden de bestrijding van (resistente) duist in een bouwplan met voornamelijk graangewassen een aandachtspunt. Dit onkruid wordt normaal gesproken tussen twee teelten van tarwe in chemisch behandeld, wat bij een meerjarig

graan onmogelijk zal worden. Er zijn wel kansen bij de concurrentie van de meerjarige tarwe met duist, hoewel nu in sommige gevallen duist sterker is dan enkeljarige tarwe. Onbekend is tot nu toe nog hoe dit uitpakt bij meerjarige tarwe. Het is een mogelijkheid om duist te bestrijden met een wiedege of met een claydon stoppelvork (soort wiedege). Dit kan dan in het najaar én in het voorjaar. Op dit moment wordt al een effect gezien van de claydon stoppelvork op duist. Wanneer het meerjarig graan op een wat grotere rijafstand wordt gezaaid, zou het ook nog een mogelijkheid kunnen zijn om tussen de rijen door te schoffelen en daarmee de duist te bestrijden (Froma, K., 2014).

De NSW department of Primary Industries claimt dat de meest succesvol opbrengende lijnen in het veredelingsonderzoek, ook in grote mate resistent zijn tegen verschillende soorten roesten (York, B., 2011).

3.2.6 Arbeid

Meerjarige granen hoeven alleen bemest, beschermd en geoogst te worden. Daarom is er minder input aan arbeid en mechanisatie te verwachten. Zo hoeft de grond voor de zaai van het gewas niet meer bewerkt te worden, hoeft het gewas niet ieder jaar gezaaid te worden en ook in het najaar hoeft niet meer aan een stoppelbewerking gedacht te worden (Glover, J. D. et al, 2010; Snapp, S. en Morrone, V., 2014).

3.2.7 Erosie / Vochtvoorziening

Omdat meerjarige granen dieper wortelen dan enkeljarige granen en het hele jaar blijven staan, kunnen deze helpen in de strijd tegen gronderosie (Glover, J. D. et al, 2010). Door grondbewerking zijn we de laatste tientallen jaren vanwege gronderosie een derde van het landbouwareaal verloren. Vooral op hellingen is grondbewerking nadelig omdat dat gronderosie in de hand werkt. De trend naar een no-till systeem, waarbij geen grondbewerking meer wordt uitgevoerd, is een goede trend voor wat betreft gronderosie, maar heeft wel geleid tot een toenemend gebruik van herbiciden en is dus nog steeds niet erg duurzaam. Het beste voorbeeld van duurzaam telen is door gebruik te maken van een natuurlijk systeem, zoals bijvoorbeeld een meerjarig graan (Cox, T.S. et al 2002). In bepaalde regio's in Malawi, China en India worden op steile hellingen al meerjarige gewassen geteeld (Glover, J. D. et al, 2010).

Wortels van meerjarige granen vormen meer massa dan enkeljarige granen. Daarom kunnen deze meer vocht vasthouden in drogere gebieden. Dat komt de productie van een graangewas over het algemeen ten goede (Glover, J. D. et al, 2010 en York, B., 2011).

3.2.8 Meerjarig graan in NL bouwplan

Nederlandse bouwplannen zijn over het algemeen opgebouwd uit intensieve teelten, waartussen een graan als 'rustgewas' wordt opgenomen. Dat houdt in dat granen soms 1 op 2, soms 1 op 3 of soms zelfs 1 op 4 worden geteeld. Hoe korter echter het interval, hoe meer rust de bodem zal krijgen. Agrariërs telen intensieve gewassen om zo een hogere geldelijke opbrengst te bewerkstelligen. Meerjarige granen zouden dan moeten concurreren met intensievere gewassen, wat voor veel agrariërs een lastige keuze zal zijn.

In de Veenkoloniën zouden de erosiebeperkende eigenschappen van meerjarige granen van toepassing kunnen zijn, omdat zandverstuivingen daar een aandachtspunt zijn. Navraag bij Emmens (2014) leert dat meerjarig graan ook in dat geval een concurrent zal worden van suikerbieten of zetmeelaardappelen. Dat is echter nadelig voor de geldelijke opbrengst van de agrariërs. Emmens zag veel meer perspectief in het akkerbouwmatic telen van gewoon gras. Dit omdat veehouders, welke goed vertegenwoordigd zijn in de Veenkoloniën, zeker met de huidige schaalvergroting veel vraag genereren naar dit eiwitgewas. Ook zou gras het percentage organische stof in de bodem sneller doen verhogen dan meerjarig graan, wat een extra voordeel is voor de teelt van de intensievere gewassen (Emmens, E., 2014).

Op de Noord-Groningse klei is minder concurrentie te verwachten van andere gewassen, daar de zware kleigronden voor andere gewassen dan tarwe en suikerbieten minder geschikt zijn. Navraag bij Froma (2014) leert dat bouwplannen in de regio Noord-Groningen vaak bestaan uit vijf jaar tarwe met daarna één jaar suikerbieten. Voor meerjarige granen biedt dit perspectieven. Ook zijn de zware kleigronden over het algemeen wat moeilijker te bewerken, waardoor een meerjarig gewas meerwaarde kan bieden (Froma, K., 2014).

Akkerbouw breed is het in sommige gebieden in Nederland een aandachtspunt hoe bij meerjarig graan om moet worden gegaan met zware machines zoals een combine, een balenpers of een verreiker om het stro op te laden. Zwaardere machines zouden het gewas kunnen beschadigen, waardoor het niet meer opnieuw op wil komen. Dit probleem speelt bij het verhakselen van stro natuurlijk niet, maar wat betreft ziektedruk is het persen en het afvoeren van het stro aan te bevelen (Froma, K., 2014).

3.3 Conclusies en aanbevelingen

De volgende onderzoeksvraag is in de inleiding geïntroduceerd:

Wat zou de bijdrage van meerjarig graan kunnen zijn aan erosiebestrijding via water in Zuid Limburg en de stuifbestrijding in de Veenkoloniën?

Voor nu lijkt het er op dat een relatief lage graanopbrengst, meerjarig graan tot een twijfelachtig gewas maakt voor de landbouw wereldwijd. Dit, hoewel de fotosynthetische activiteit van het gewas groter blijkt te zijn- en ook de vegetatieve groei sterker is dan enkeljarige varianten. Veredelingsonderzoeken lopen en het is voornamelijk van belang dat inzichtelijk wordt gemaakt wat precies de kosten en wat precies de opbrengsten zijn van het meerjarig graan. Zoals het er nu naar uitziet, zullen de opbrengsten van meerjarig graan moeten stijgen, willen deze een voet aan de grond krijgen in Nederland. Uiteindelijk bepaalt vooral het saldo of een bepaald gewas in de praktijk wordt geteeld of niet.

Voordelen van meerjarig graan zijn dat er een extra snede ruwvoer van het land gehaald kan worden, het land minder bewerkt hoeft te worden en dat het gewas efficiënter omgaat met water en voedingsstoffen. Dat maakt dit gewas milieuvriendelijker en beter voor de bodemstructuur.

Internationaal gezien blijkt dat er een grote behoefte is aan een meerjarig (graan)gewas, wat kan concurreren met enkeljarige gewassen. In Nederland is een meerjarig gewas wellicht milieutechnisch- en voor de structuur van de grond beter, maar is de behoefte voor nu nog niet groot. In de Veenkoloniën, daar waar gronderosie een aandachtspunt is wat betreft stuiven, lijkt met veel veehouderij in de buurt een meerjarige teelt van gras interessanter. Dit vanwege een grotere aanvoer van organische stof en een grotere vraag naar dit gewas. Op de hellingen in Zuid-Limburg zijn de afwegingen naar verwachting hetzelfde als in de rest van Nederland: Het bouwplan en de opbrengst van meerjarig graan zal bepalen of er plaats is voor een meerjarig graan of niet. Dit dus ook als het gewas een erosie beperkende werking heeft. Op de Noord-Groningse klei, waar nu ook meerdere jaren achter elkaar tarwe wordt geteeld, zou meerjarig graan een optie kunnen zijn. Het bouwplan is hier geen hindernis, daar er voornamelijk tarwe wordt geteeld. Ook hier moet het saldo wel interessant genoeg zijn, omdat anders voor enkeljarige gewassen gekozen zal worden.

Er moet nog onderzocht worden hoe de onkruidbestrijding van met name duist in meerjarig graan in Nederland plaats kan vinden. Daarnaast is het belangrijk om te weten hoe meerjarig graan zich staande houdt wanneer het gewas wordt bereiden met zware machines zoals een balenpers of een verreiker. Het kan zeker interessant zijn om in Nederland meer te experimenteren met de teelt van meerjarige granen.

3.4 Bronnenlijst

Ayub, M., Brook, R.M., et al, (2013), 'Genotypic diversity of perennial and annual wheat for root and shoot behavior, *Romanian Agricultural Research*, nr 30, pagina's 135 - 140

Bernacchi, C.J. et al, 2009, Modeling the Temperature Dependence of C₃ Photosynthesis, <http://books.google.nl/books?id=k6XKYw4qboC&pg=PA240&lpg=PA240&dq=TPU+limitation&source=bl&ots=3IFmYfnczl&sig=QUa2xGGZUcN2jJsB2wgVf6zWLIQ&hl=nl&sa=X&ei=n9ofVODZE-GM7Aabt4HwCg&ved=0CFIQ6AEwBQ#v=onepage&q=TPU%20limitation&f=false>, 22-09-2014.

Cox, T.S. et al (2002), 'Breeding of perennial grain crops', *Critical Reviews in Plant Sciences*, 21(2), pagina 59 – 91

Cox, T.S. et al (2006), 'Prospects for developing Perennial Grain Crops', *Bioscience*, jaargang 56, nummer 8, pagina 649 – 659

Glover, J.D., (2004), 'The necessity and possibility of perennial grain production systems', *Renewable Agriculture and Food Systems*, 20(1), pagina 1

Emmens, E., 2014, telefonisch interview op 13-10-2014

Froma, K., 2014, telefonisch interview op 16-10-2014

Glover, J.D. et al, (2010), 'Increased Food and Ecosystem Security via Perennial Grains', *Science*, nr. 328, pagina's 1638 en 1639

Haan, L.R. de, Tassel, D.L. van en Cox, T.S., (2005), 'Perennial grain crops: A synthesis of ecology and plant breeding, *Renewable Agriculture and Food Systems*, 20(1), pagina's 5 - 14

Jaikumar, N.S., Snapp, S.S. en Sharkey, T.D., (2013), 'Life history and resource acquisition: Photosynthetic traits in selected accessions of three perennial cereal species compare with annual wheat and rye', *American journal of botany*, 100(12), pagina's 2468 – 2477

Kunzig, R., 2011, Perennial Solution, *National Geographic Magazine*, 22-09-2014

Michigan State University, 2008, Perennial Wheat On-Farm Research, W.K. Kellogg Biological Station

Snapp, S. en Morrone, V., (2014) 'Perennial wheat', *Extension bulletin of the Michigan State Univeristy*

York, B., 2011, 'Perennial grain progress', <http://www.dpi.nsw.gov.au/archive/agriculture-today-stories/ag-today-archives/october-2011/perennial-grain-progress>, 29-09-2014

4 Veldproeven

4.1 Inleiding

In het najaar van 2012 werd op een Lössgrond en op een esgrond (diluviale zandgrond) een proefveld aangelegd met zaaizaad verkregen van het internationale G x E project. De proefvelden werden aangelegd volgens de richtlijnen van dit samenwerkingsverband. Beoogd was dat de proefvelden een aantal jaren gevolgd zouden worden. Vanwege het beëindigen van het Productschap Akkerbouw werd vanaf 2014 geen financiering meer verleend en werd het onderzoek vroegtijdig beëindigd. De resultaten zijn dus beperkt tot slechts één teeltjaar terwijl pas de voordelen van meerjarig graan in de overjarige teelt worden verkregen.

4.2 Materiaal en methoden

In onderstaand overzicht staan de in het onderzoek opgenomen rassen en kruisingslijnen weergegeven. De objecten A t/m L zijn in het kader van het G x E project geleverd. Ter vergelijking met meerjarig graan is een tarweras uit Nieuw Zeeland opgenomen (object M) en is een Nederlands tarwe ras en Engels raaigras (N resp. O) opgenomen.

Overzicht rassen en kruisingslijnen in het onderzoek.

| code | GenotypeName | SpeciesName |
|------|-----------------|---|
| A | 055 | <i>Thinopyron intermedium</i> |
| B | 11955 | <i>T. aestivum</i> x <i>Agropyron</i> spp. |
| C | 235a | <i>T. aestivum</i> x <i>L. elongatum</i> |
| D | 236a | <i>T. aestivum</i> x <i>L. elongatum</i> |
| E | 244b | <i>T. aestivum</i> x <i>L. elongatum</i> |
| F | 251b | <i>T. aestivum</i> x <i>L. elongatum</i> |
| G | 280b | <i>T. aestivum</i> x <i>Th. intermedium</i> |
| H | 281b | <i>T. aestivum</i> x <i>Th. intermedium</i> |
| I | Family 10 | <i>Secale montanum</i> |
| J | OK 72 | <i>T. aestivum</i> x <i>Th. ponticum</i> |
| K | Ot 38 | <i>T. aestivum</i> x <i>Th. intermedium</i> |
| L | Dundas | <i>Thinopyron ponticum</i> |
| M | Wedgetail | <i>Triticum aestivum</i> |
| N | Wintertarwe | <i>Triticum aestivum</i> |
| O | Engels raaigras | <i>Lolium perenne</i> |

De proeflocaties betroffen het vernieuwingsbedrijf Op de Es te Zeijen gelegen op een esgrond en de proefboerderij Wijnandsrade te Wijnandsrade gelegen op een Lössgrond. Bij het zaaien werd een zaaizaadhoeveelheid gebruikt gericht op het verkrijgen van 25 planten per strekkende meter.

De oogst werd handmatig uitgevoerd op een moment dat een object rijp was. Het dorsen werd handmatig of met een kleine stationaire dorsmachine uitgevoerd.

In bijlage 1 staat een overzicht van de perceels-, teelt- en proefgegevens. De proefveldschema's zijn weergegeven in de bijlagen 2 en 3.

4.3 Resultaten

4.3.1 Locatie Op de Es

In de tabellen 3.1 t/m 3.6 zijn de resultaten van de diverse uitgevoerde waarnemingen en berekeningen weergegeven. Het plantaantal (tabel 3.1) werd op 2 tijdstippen vastgesteld. Op het tweede tijdstip was het aantal bij veel objecten wat lager. In mei werd het aantal spruiten per plant bepaald. Het latere aantal aren/m² (tabel 3.4) lag ten opzichte van het berekende aantal spruiten/m² op een veel hoger niveau. De planten zijn dus na mei nog doorgestaan met de vorming van spruiten.

Aantasting door ziekten werd op 2 tijdstippen waargenomen (tabel 3.3).

Met object N normale wintertarwe werd de hoogste zaadopbrengst verkregen (tabel 3.5).

Object N had ook de hoogste totale opbrengst, bijna de hoogste harvest-index en het hoogste duizendkorrelgewicht. Een goede basis was het relatief hoge plant- en spruitaantal (tabel 3.1) en een goede plantontwikkeling (tabel 3.2). Zodoende werd een goed aantal aren verkregen (tabel 3.4).

Met object M werd de op één na hoogste zaadopbrengst verkregen. Het betreft echter ook normale wintertarwe, een ras uit Australië.

De objecten C (235a, T. aestivum x L. elongatum), J (OK 72, T. aestivum x Th. Ponticum) en K (Ot 38, T. aestivum x Th. Intermedium) gaven een redelijke opbrengst. De harvest-index en het duizendkorrelgewicht hadden een vrij goed niveau. Bij object K was het plantaantal te laag. Zodoende was ook het aantal spruiten per strekkende meter laag, maar het aantal aren per strekkende meter viel uiteindelijk mee. Bij object C was het aantal aren aan de lage kant, er waren per plant relatief weinig aren gevormd. Het berekende aantal zaden per aar lag op een hoog niveau.

Object I (Family 10, Secale montanum) had het hoogste aantal aren/m². De opbrengst lag echter op een zeer laag niveau vanwege een laag duizendkorrelgewicht en een laag aantal zaden per aar.

In bijlage 4 is per object een foto opgenomen van het gewas tijdens het schieten en in bijlage 5 is per object een foto opgenomen van de aarvorm.



Figuur 3. Overzicht proefveld Op de Es, 27-6-2013.

Tabel 3.1. Plantaantal per strekkende meter op 2 tijdstippen, spruiten per plant en berekend aantal spruiten per strekkende meter; locatie Op de Es.

| | plantaantal 26-2-13 | plantaantal 15-05-13 | spruiten per plant 15-05-13 | spruiten per m1 |
|--------|---------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------|
| A | 7,7 bc | 8,7 cdef | 2,3 a | 20 |
| B | 12,7 cde | 10,7 defg | 5,7 defg | 60 |
| C | 18,0 e | 14,3 gh | 4,7 cde | 67 |
| D | 17,0 e | 13,0 gh | 4,3 bcd | 56 |
| E | 18,0 e | 12,3 efgh | 6,7 fg | 82 |
| F | 14,7 de | 13,3 gh | 6,0 efg | 80 |
| G | 7,0 bc | 6,0 bc | 2,7 a | 16 |
| H | 4,7 ab | 4,3 ab | 3,0 ab | 13 |
| I | 10,0 bcd | 8,3 bcde | 7,0 g | 58 |
| J | 15,0 de | 12,3 efgh | 5,7 defg | 70 |
| K | 8,3 bcd | 8,3 bcde | 5,7 defg | 47 |
| L | 0,0 a | 0,7 a | 2,0 a | 1 |
| M | 18,3 e | 12,7 fgh | 5,3 def | 68 |
| N | 29,7 f | 15,3 h | 6,3 fg | 97 |
| O | 9,0 bcd | 8,0 bcd | 3,3 abc | 27 |
| F-prob | <0,001 | <0,001 | <0,001 | |
| LSD | 6,8 | 4,3 | 1,7 | |
| VC | 32 | 26 | 21 | |

Tabel 3.2. Score voor plantgrootte op 2 tijdstippen (1 = klein, 9 = groot), gewashoogte tijdens het groeiseizoen (cm) en plantlengte kort voor de oogst (cm); locatie Op de Es.

| | plantgrootte 26-02-13 | plantgrootte 15-05-13 | gewashoogte 14-06-13 (cm) | plantlengte bij oogst (cm) |
|--------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| A | 2,7 b | 3,3 b | 45 abc | 149 e |
| B | 6,3 cd | 6,2 ef | 70 ef | 121 cd |
| C | 6,3 cd | 6,7 ef | 55 bcde | 118 cd |
| D | 6,3 cd | 5,7 cde | 60 cdef | 113 c |
| E | 6,7 de | 6,0 de | 57 bcdef | 119 cd |
| F | 5,7 cd | 6,0 de | 57 bcde | 117 cd |
| G | 5,0 c | 4,3 bc | 33 a | 96 b |
| H | 5,0 c | 4,0 b | 38 ab | 91 ab |
| I | 6,0 cd | 7,0 efg | 63 def | 126 d |
| J | 7,0 de | 7,5 fg | 75 f | 112 c |
| K | 3,3 b | 4,7 bcd | 52 bcd | 127 d |
| L | 0,0 a | 1,0 a | 40 ab | 140 e |
| M | 8,0 e | 9,0 h | 50 abcd | |
| N | 7,0 de | 8,3 gh | 52 bcd | 83 a |
| O | 2,0 b | 4,7 bcd | 55 bcde | |
| F-prob | <0,001 | <0,001 | 0,002 | <0,001 |
| LSD | 1,5 | 1,4 | 17 | 12 |
| VC | 17 | 15 | 19 | 6 |

Tabel 3.3. Aantasting door ziekten op 27 juni en 8 juli; locatie Op de Es.

| Object | 27-06-13 | | | 08-07-13 | | |
|--------|-------------|--------------|-----------|-------------|------------|-----------|
| | Bladvlekken | Gele roest | Meeldauw | Bladvlekken | Gele roest | Meeldauw |
| A | schoon | | | | | |
| B | licht | | | | | |
| C | licht | zwarte roest | | licht | | |
| D | zwaar | gele roest | | zwaar | | |
| E | zwaar | | | zwaar | | |
| F | | | | gemiddeld | | licht |
| G | gemiddeld | | | | | |
| H | gele roest | | meeldauw | licht | zwaar | gemiddeld |
| I | schoon | | | licht | | gemiddeld |
| J | | | gemiddeld | zwaar | | |
| K | licht | | | licht | | |
| L | | | | | | |
| M | gemiddeld | | licht | gemiddeld | | licht |
| N | oogvlekken | | | | | gemiddeld |
| O | | | | licht | | |

Tabel 3.4. Aantal aren per strekkende meter bij de oogst, berekend aantal aren per plant (plantaantal 15-05-13) en dagnummer bloei (1 januari is 1); locatie Op de Es.

| | aren/m1 bij de oogst | aren per plant | dagnummer bloei |
|--------|----------------------|----------------|-----------------|
| A | 120 bc | 15,8 ab | 178 bc |
| B | 211 ef | 20,6 ab | 189 d |
| C | 155 cde | 10,7 a | 178 b |
| D | 185 cdef | 14,8 ab | 178 b |
| E | 158 cdef | 12,4 a | 182 bc |
| F | 183 cdef | 14,8 ab | 178 b |
| G | 123 bcd | 23,1 abc | 185 cd |
| H | 85 ab | 20,7 ab | 182 bc |
| I | 301 g | 37,5 c | 182 bc |
| J | 226 f | 18,5 ab | 178 b |
| K | 190 def | 24,2 abc | 178 b |
| L | 22 a | 30,9 bc | |
| M | 179 cdef | 14,3 ab | 165 a |
| N | 213 ef | 13,9 ab | 178 b |
| O | | | 182 bc |
| F-prob | <0,001 | 0,068 | <0,001 |
| LSD | 69 | 15,6 | 7 |
| VC | 25 | 48 | 2 |

Tabel 3.5. Totaal geoogste gewicht (g per strekkende meter), zaadopbrengst (g per strekkende meter), berekende harvest-index (zaadopbrengst / totaal geoogst * 100) en duizendkorrelgewicht (g); locatie Op de Es.

| | totaal gewicht per m1 | zaadopbrengst | harvest-index | duizendkorrel- gewicht |
|--------|--------------------------|---------------|---------------|---------------------------|
| A | 289 abcd | 9,5 a | 3,4 ab | 8,3 a |
| B | 535 de | 156,5 c | 29,3 gh | 34,3 e |
| C | 534 de | 176,2 c | 32,5 hi | 26,6 c |
| D | 439 bcd | 113,8 bc | 23,9 fg | 25,6 c |
| E | 494 cde | 108,7 bc | 22,3 ef | 33,3 e |
| F | 423 bcd | 133,1 bc | 31,5 hi | 28,0 cd |
| G | 191 ab | 20,8 a | 8,5 bcd | 23,3 c |
| H | 96 a | 34,5 ab | 14,3 cde | 22,1 c |
| I | 403 bcd | 25,4 a | 6,6 abc | 14,0 b |
| J | 425 bcd | 158,8 c | 37,6 i | 32,3 de |
| K | 528 de | 160,9 c | 31,0 h | 28,3 cd |
| L | 269 abc | 7 a | 0,8 a | |
| M | 479 cd | 279,9 d | 58,2 j | 40,6 f |
| N | 737 e | 390,1 e | 53,0 j | 40,6 f |
| O | 297 abcd | 41,6 ab | 14,6 de | 3,9 a |
| F-prob | 0,002 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| LSD | 249 | 75,2 | 6,0 | 4,9 |
| VC | 36 | 37 | 15 | 11 |

Tabel 3.6. Berekende aantallen zaden per strekkende meter en aantal zaden per aar; locatie Op de Es.

| | aantal zaden/m1 | aantal zaden/aar |
|---|--------------------|---------------------|
| A | 1150 | 9,6 |
| B | 4560 | 21,6 |
| C | 6620 | 42,7 |
| D | 4440 | 24,0 |
| E | 3270 | 20,7 |
| F | 4760 | 26,0 |
| G | 890 | 7,2 |
| H | 1560 | 18,4 |
| I | 1810 | 6,0 |
| J | 4920 | 21,8 |
| K | 5690 | 29,9 |
| L | | |
| M | 6890 | 38,4 |
| N | 9600 | 45,2 |
| O | 10720 | |

4.3.2 Locatie Wijnandsrade

In de tabellen 3.7 t/m 3.11 zijn de resultaten van de diverse uitgevoerde waarnemingen en berekeningen weergegeven.

In tabel 3.7 is het plantaantal weergegeven. Bij enkele objecten (G, H, L, O) was het plantaantal te laag.

Met object N (normale wintertarwe) werd de hoogste zaadopbrengst bereikt (tabel 3.9). Object N had een redelijke goed plantaantal, een hoog aaraantal, veel aren per plant, een hoge harvest-index en een voldoende hoog duizendkorrelgewicht.

Object M (wedgetail wintertarwe) bereikte de een na hoogste opbrengst, maar het verschil met object N was groot. De lagere opbrengst is veroorzaakt door het lagere aaraantal (tabel 3.8), het lagere duizendkorrelgewicht (tabel 3.9) en het lagere aantal zaden per aar (tabel 3.10).

De opbrengst van de overige objecten was laag tot zeer laag als gevolg van een laag aaraantal (objecten A, C, G, H, L), een laag duizendkorrelgewicht (objecten A, I) en/of een laag aantal zaden per aar (objecten B, D, E, F, G, H, I, J). In bijlage 6 is per object een foto van de zaadvorm opgenomen.

Na de eerstejaars oogst werd eind december opnieuw het aantal spruiten geteld (tabel 3.11). Opvallend is dat zelfs de wintertarwe objecten M en N nieuwe spruiten hadden gevormd. De meeste objecten hadden een hoog aantal spruiten. Bij veel objecten waren de spruiten voor een groot gedeelte uitgegroeid tot een halm en zelfs aarvorming kwam al voor. In bijlage 7 is een foto per object opgenomen.

In bijlage 8 is nog een foto per object opgenomen van het gewas aan het einde van het tweede teeltjaar.



Figuur 4. Overzicht proefveld Wijnandsrade, 27-12-2013.

Tabel 3.7. Plantaantal per strekkende meter op 30-03-13, dagnummer bloei, aanwezigheid van legering en ziekten op 21-06-13 en 06-07-13; locatie Wijnandsrade.

| | Plantaantal 30-03-13 | Dag- nummer bloei | Legering | | Ziekten | |
|---------|-------------------------|-------------------------|----------|----------|----------|-------------|
| | | | 21-06-13 | 06-07-13 | 21-06-13 | 06-07-13 |
| A | 12,0 e | 187 | iets | nee | | |
| B | 20,7 f | 172 | ja | ja | | |
| C | 22,0 fg | 172 | ja | ja | | |
| D | 25,3 g | 172 | ja | ja | | |
| E | 19,3 f | 187 | ja | ja | meeldauw | bladvlekken |
| F | 20,7 f | 187 | ja | ja | | |
| G | 5,7 bc | 172 | nee | nee | meeldauw | |
| H | 7,0 cd | 172 | nee | nee | | |
| I | 11,7 e | 172 | ja | ja | | |
| J | 19,7 f | 172 | ja | ja | | |
| K | 11,0 de | 187 | nee | ja | | |
| L | 2,0 ab | | | | | |
| M | 22,3 fg | 172 | nee | nee | meeldauw | meeldauw |
| N | 21,3 fg | 172 | nee | nee | | |
| O | 0,3 a | | | | | |
| F-prob. | <0,001 | | | | | |
| LSD | 4,0 | | | | | |
| VC | 16 | | | | | |

Tabel 3.8. Plantlengte bij oogst per strekkende meter, aaraantal per strekkende meter en berekend aantal aren per plant; locatie Wijnandsrade.

| | Plantlengte | aaraantal | aren per plant |
|---------|-------------|-----------|----------------|
| A | 128 e | 146 c | 13,5 bc |
| B | 120 de | 294 ef | 14,4 c |
| C | 117 de | 157 c | 7,2 ab |
| D | 117 de | 222 d | 8,9 abc |
| E | 103 cd | 239 d | 12,4 bc |
| F | 113 de | 244 de | 11,9 bc |
| G | 93 bc | 90 b | 15,0 cd |
| H | 80 ab | 143 bc | 22,6 e |
| I | 120 de | 328 f | 28,4 e |
| J | 113 de | 272 de | 13,8 bc |
| K | 123 e | 236 d | 21,8 de |
| L | 115 de | 3 a | 1,4 a |
| M | 82 ab | 251 de | 11,3 bc |
| N | 72 a | 272 de | 12,8 bc |
| O | | | |
| F-prob. | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| LSD | 18 | 53 | 7,1 |
| VC | 10 | 15 | 32 |

Tabel 3.9. Totaal geoogste gewicht (g per strekkende meter), zaadopbrengst (g per strekkende meter), berekende harvest-index (zaadopbrengst / totaal geoogst * 100) en duizendkorrelgewicht (g); locatie Wijnandsrade.

| | totaal gewicht per m1 | zaadopbrengst | harvest-index | duizendkorrel- gewicht |
|---------|--------------------------|---------------|---------------|---------------------------|
| A | 403 b | 25,3 a | 6,6 a | 6,9 a |
| B | 590 c | 125,3 cd | 21,2 b | 32,1 ef |
| C | 549 bc | 168,0 de | 30,5 d | 26,4 cd |
| D | 539 bc | 130,0 cd | 24,3 bc | 29,2 de |
| E | 586 c | 59,3 ab | 10,1 a | 25,8 cd |
| F | 516 bc | 109,3 bc | 21,1 b | 26,3 cd |
| G | 193 a | 19,7 a | 9,1 a | 23,1 c |
| H | 219 a | 19,0 a | 9,1 a | 28,1 de |
| I | 612 c | 52,7 a | 8,6 a | 13,6 b |
| J | 513 bc | 126,0 cd | 24,3 bc | 31,9 ef |
| K | 671 c | 195,7 e | 29,6 cd | 28,7 de |
| L | | | | |
| M | 529 bc | 276,7 f | 52,6 e | 35,3 fg |
| N | 885 d | 504,0 g | 57,0 e | 38,0 g |
| O | | | | |
| F-prob. | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| LSD | 164 | 51,7 | 5,7 | 4,0 |
| VC | 19 | 22 | 14 | 9 |

Tabel 3.10. Berekende aantallen zaden per strekkende meter en aantal zaden per aar; locatie Wijnandsrade.

| | aantal zaden/m1 | aantal zaden/aar |
|---|--------------------|---------------------|
| A | 3680 | 25 |
| B | 3900 | 13 |
| C | 6370 | 41 |
| D | 4450 | 20 |
| E | 2300 | 10 |
| F | 4150 | 17 |
| G | 850 | 9 |
| H | 680 | 5 |
| I | 3870 | 12 |
| J | 3950 | 15 |
| K | 6810 | 29 |
| L | | |
| M | 7830 | 31 |
| N | 13260 | 49 |
| O | | |

Tabel 3.11. Waarnemingen spruiten 27-12-13: aantal per strekkende meter, schatting percentage in halm geschoten en schatting van percentage van de geschoten halmen wat een aar heeft gevormd; locatie Wijnandsrade.

| | spruitaantal | % geschoten | % aarvorming |
|---------|--------------|-------------|--------------|
| A | 299 fg | 0 a | 0 |
| B | 199 def | 73 cd | 33 |
| C | 110 abcd | 48 bc | 0 |
| D | 17 a | 0 a | 0 |
| E | 175 cde | 88 d | 0 |
| F | 171 cde | 77 cd | 1 |
| G | 41 a | 87 d | 2 |
| H | 57 ab | 27 ab | 1 |
| I | 350 g | 60 bcd | 8 |
| J | 216 ef | 92 d | 40 |
| K | 215 ef | 85 d | 0 |
| L | 145 bcde | 33 ab | 0 |
| M | 86 abc | 0 a | 0 |
| N | 17 a | 0 a | 0 |
| O | | | 0 |
| F-prob. | <0,001 | <0,001 | |
| LSD | 103 | 36 | |
| VC | 41 | 45 | |

4.4 Beide locaties

Op de locatie Op de Es lag de plantdichtheid op een lager niveau dan op Wijnandsrade.

Op Wijnandsrade werd bij diverse objecten het streefaantal van 25 planten/m¹ gerealiseerd. Relatief kwamen de plantaantallen goed overeen, uitgezonderd object O waar vrijwel geen planten stonden vermoedelijk vanwege de gespoten herbiciden.

Ook het aantal aren per strekkende meter lag bij Wijnandsrade op een hoger niveau dan bij Op de Es; dit dankzij de hogere plantdichtheid. Het aantal aren per plant was bij Op de Es wel hoger dan bij Wijnandsrade. Ook bij deze waarneming kwam het resultaat van de objecten in verhouding goed met met elkaar overeen tussen de objecten.

De totale gewasmasa bij de oogst was bij Wijnandsrade hoger dan bij Op de Es. De zaadopbrengst, het duizendkorrelgewicht, het aantal zaden/m¹ en het aantal zaden per aar lagen gemiddeld wel op hetzelfde niveau. Vanwege de hogere totale gewasmasa was de harvest-index bij Wijnandsrade iets lager dan bij Op de Es. Ook bij al deze eigenschappen komen de resultaten per object opvallend goed met elkaar overeen.

Bijlage 1. Overzicht perceels-, teelt- en proefgegevens

| | | |
|--|---|--|
| Locatie | Op de Es | Wijnandsrade |
| zaaidatum | 01-12-2012 | 22-10-2012 |
| Ras object N | Prestige | Tabasco |
| Grondsoort | Zand | Lössgrond |
| Datum bodemanalyse | 25-01-2011 | 03-05-2012 |
| - % lutum | n.v.t. | 16 |
| - % o.s. | 3,4 | 2,7 |
| - Pw-getal (mg P ₂ O ₅ /l) | 70 | 44 |
| - PAE (mg P/kg) | 9 | 1,6 |
| - K-getal | 13 | |
| - K-beschikbaar (mg K/kg) | 56 | 100 |
| - K-voorraad (mmol+/kg) | | 6,9 |
| - pH-KCl | 5 | 6,7 |
| - % koolzure kalk (% CaCO ₃) | n.v.t. | <0,2 |
| Stikstofbemesting | | |
| - datum(s) | 01-03-2013 en 01-04-2013 | 05-03-2013, 03-05-2013 |
| - kg/ha N | 80, 35 | 95, 68 |
| - vorm en gehalte (%) | Kas 27% | KAS 27% |
| Fosfaatbemesting | n.v.t. | n.v.t. |
| Kalibemesting | | |
| - datum(s) | 20-02-2013 | n.v.t. |
| - kg/ha K ₂ O | 120 | |
| - vorm en gehalte (%) | Kali 60 | |
| Herbiciden: datum, product, dosering | 20-05- 2013: 15 g/ha Ally + 1,5 l/ha MCPA + 0,3 l/ha Starane. | 19-03-2013: 300 gr/ha Atlantis + 150 gr/ha Hussar + 0.3 ltr/ha Starane + 1 ltr/ha olie |
| Fungiciden: datum, product, dosering, stadium | 10-06-2013: 0,75 l/ha Fandango | 04-06-2013: 1 l/ha Comet Star |
| Insecticiden | n.v.t. | n.v.t. |

Bijlage 2. Proefveldschema Op de Es

Perennial wheat International GxE - Expt 1 Netherlands



Bijlage 3. Proefveldschema Wijnandsrade

Perennial wheat International GxE - Expt 2 Netherlands



Bijlage 4. Foto per object dd 14 juni 2013; locatie Op de Es





Bijlage 5. Foto per object van de aarvorm; locatie Op de Es





G



H



I



J



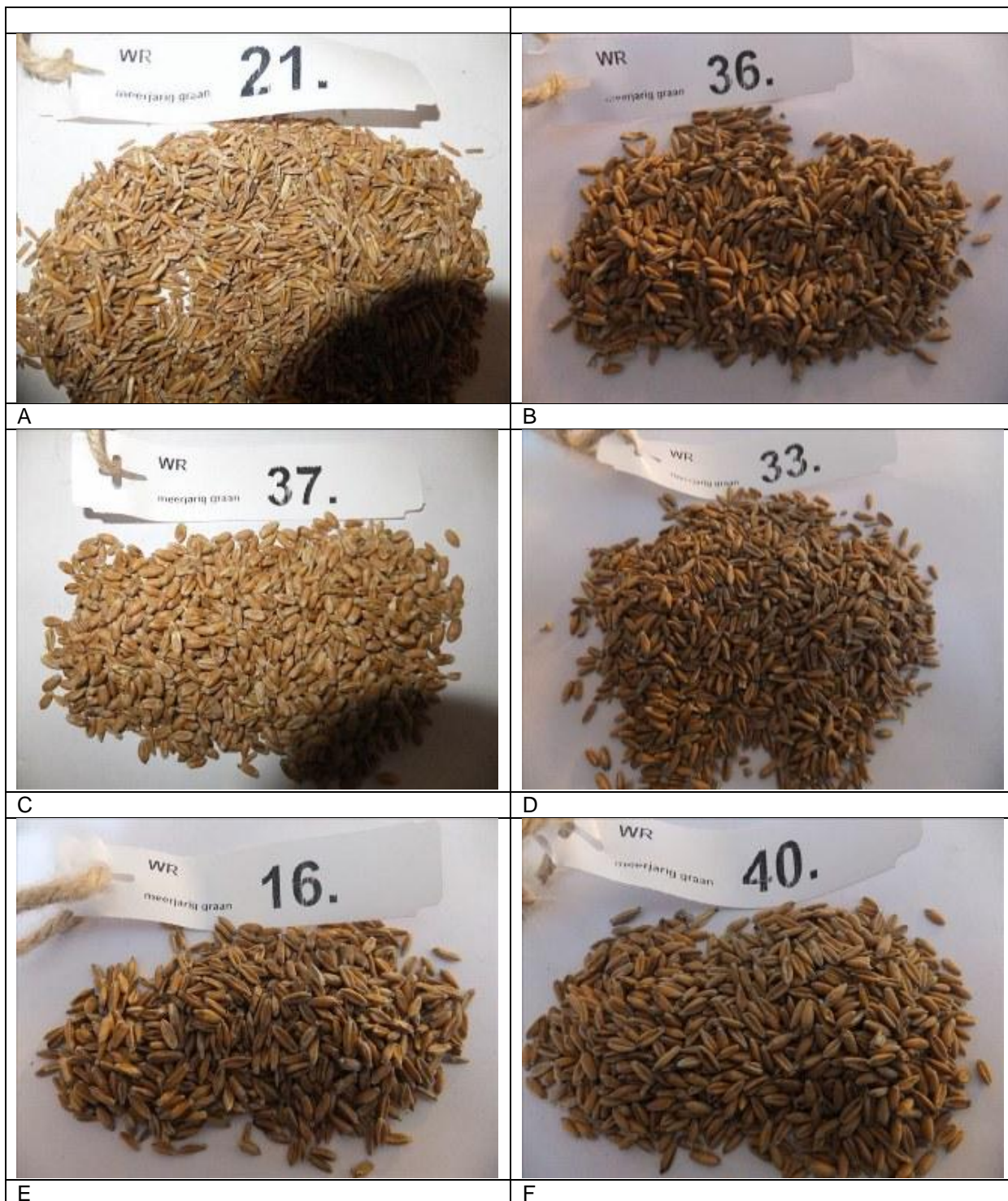
K



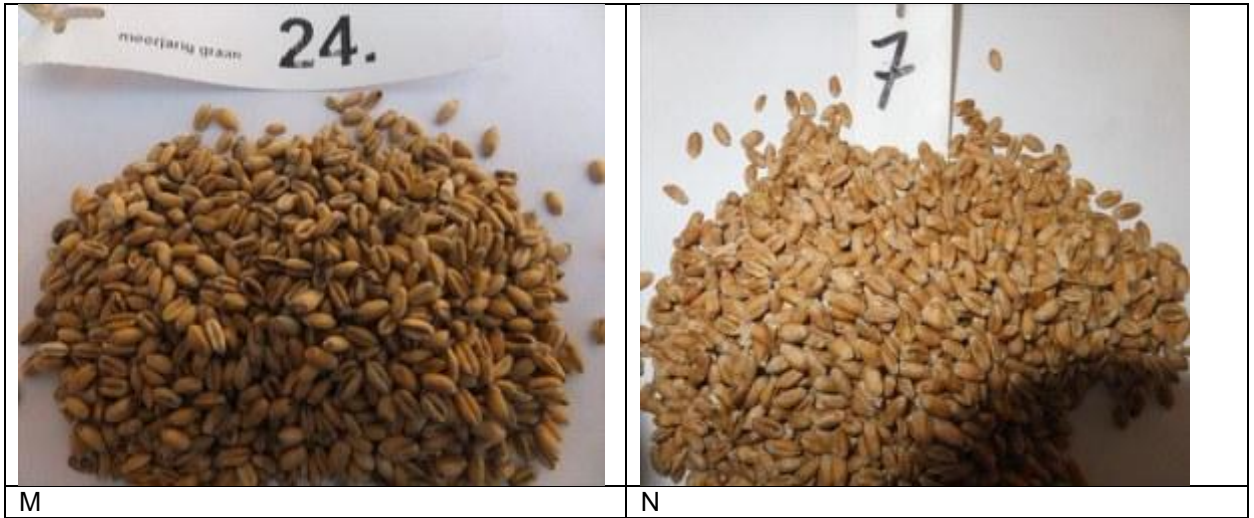
M

| | |
|---|--|
|  | |
| <p>N</p> | |

Bijlage 6. Foto per object van de geoogste zaden; locatie Wijnandsrade



| | |
|--|--|
| <p>WR meerjarig graan 9.</p>  | <p>WR meerjarig graan 23.</p>  |
| <p>G</p> <p>meerjarig graan 31.</p>  | <p>H</p> <p>WR meerjarig graan 34.</p>  |
| <p>I</p> <p>WR meerjarig graan 38.</p>  | <p>J</p> <p>WR meerjarig graan 15</p>  |
| <p>K</p> | <p>L</p> |



Bijlage 7. Foto per object dd 27-12-13; locatie Wijnandsrade








Bijlage 8. Foto per object dd 20-08-14; locatie Wijnandsrade



| | |
|---|--|
|  |  |
| G | H |
|  |  |
| I | J |
|  |  |
| K | L |

| | |
|--|--|
|  |  |
| M | N |
|  | |
| O | |